

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт космических и информационных технологий
Кафедра «Информационные системы»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. Кафедрой ИС
_____ С.А. Виденин
подпись
«___» _____ 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.02 Информационные системы и технологии

Автоматизация работы группы наблюдений за ГЭС

Руководитель _____
подпись, дата

ст. преподаватель Е.А. Мальцев

Выпускник _____
подпись, дата

Ю.И. Черноусов

Консультант _____
подпись, дата

доцент, к. т. н. А.А. Латынцев

Нормоконтролер _____
подпись, дата

ст. преподаватель Ю.В. Шмагрис

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Космических и Информационных Технологий
институт
Информационные Системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ИС
_____ С.А.Виденин
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2016 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту Черноусову Юрию Игоревичу

фамилия, имя, отчество

Группа КИ13-13Б Направление 09.03.02

номер

код

Информационные системы и технологии

наименование

Тема выпускной квалификационной работы: Автоматизация работы группы наблюдений за ГЭС

Утверждена приказом по университету № 2517/с от 01.03.2017г.

Руководитель ВКР: Е.А. Мальцев, старший преподаватель кафедры «Систем искусственного интеллекта» ИКИТ СФУ

инициалы фамилия, должность, ученое звание и место работы

Консультант ВКР: А.А. Латынцев, кандидат технических наук, доцент кафедры «Систем искусственного интеллекта» ИКИТ СФУ

инициалы фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР: Требования к разрабатываемому проекту, рекомендации руководителя, учебные пособия, материалы преддипломной практики.

Перечень разделов ВКР: Введение, обзор предметной области, разработка системы, реализация программного продукта, заключение, список использованных источников.

Перечень графического материала: Презентация, выполненная в Microsoft Office PowerPoint 2007.

Руководитель ВКР

подпись

Е.А. Мальцев

инициалы и фамилия

Консультант ВКР

подпись

А.А. Латынцев

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Ю.И. Черноусов

инициалы и фамилия студента

« ____ » _____ 2016 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Автоматизация работы группы наблюдений за ГЭС» содержит 45 страниц текстового документа, 1 приложение, 8 использованных источников, 28 иллюстраций.

ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ, ДАННЫЕ ВИЗУАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ, СОСТОЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ, КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ, ДИАГНОСТИРУЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ.

Объект исследования – работа группы наблюдений за гидроэлектростанцией ОАО «Вилуйская ГЭС-3».

Разделы ВКР включают в себя: введение, обзор предметной области, проектирование системы, реализация программного продукта, заключение, список использованных источников.

В ходе работ были достигнуты следующие задачи:

1. Обзор предметной области;
2. Проектирование информационной системы исходя из специфики предприятия;
3. Реализация интерфейса, для накопления и хранения результатов наблюдений за ГЭС;
4. Реализация интерфейса для генерации отчетности в электронном виде.

В результате работ разработано программное обеспечение для работы с базой данных визуальных наблюдений за эксплуатационным состоянием гидротехнических сооружений. Ещё программно реализован анализ критических показателей безопасности с диагностируемыми данными и вывод результатов в виде отчета.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Обзор предметной области	6
1.1 Деятельность работы группы наблюдений	6
1.2 Общие сведения проектируемой системы	7
1.3 Требования к системе	9
1.4 Обзор аналогов	10
1.5 Вывод к главе 1	14
2 Проектирование системы	16
2.1 Описание использованного программного обеспечения	17
2.2 Структура пользовательского интерфейса работника группы наблюдений	18
2.3 Структура интерфейса для создания отчета	19
2.4 Вывод к главе 2	24
3 Реализация программного продукта	25
3.1 Описание параметров приложения	25
3.2 Создание пользовательского интерфейса	25
3.3 Вывод к главе 3	32
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	34
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	35
ПРИЛОЖЕНИЕ А	36

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день использование информационных технологий позволяет решать задачи в сфере управления предприятием, а именно: улучшение контроля и ускорение бизнес-процессов, улучшение возможности их отслеживания, оптимизация рабочего времени, экономия трудозатрат, повышение производительности труда. Единственным методом реализации подобных задач является внедрение автоматизированной системы.

В настоящее время существуют программы для формирования отчетов. Одну из таких программ разработала компания Developer Express, которая занимается разработкой UI-компонентов и библиотек на базе различных платформ. DevExpress Report Designer предназначен для формирования отчетов различных данных. Информационная технология управления, основными компонентами которой являются базы данных (БД), на их основе технология формирует для руководителей различные отчёты, помогающие принятию управленческого решения, анализу хозяйственной деятельности. По статистическим данным эта программа занимает большую часть рынка. Используется в самых различных сферах. Универсальность программы имеет свои особенности. Такие программы не приспособлены для решения специфических задач, таких как анализ данных в сфере мониторинга гидротехнического состояния сооружений, а именно данных компании ОАО «Виллюйская ГЭС-3».

Целью данной работы является разработать программное обеспечение для сбора и хранения первичной информации, собранной посредством визуальных наблюдений и улучшить процесс формирования отчетов состояния гидротехнических сооружений при эксплуатации ГЭС.

Решая задачу формирования отчетов, необходимо разработать информационную систему, в которой должно учитываться предметная область данных и иметься алгоритмы обработки этих данных, формироваться

отчет в удобном для пользователя виде. Для выполнения поставленной цели были сформированы следующие задачи:

1. Обзор предметной области;
2. Проектирование информационной системы исходя из специфики предприятия;
3. Реализация интерфейса, для накопления и хранения результатов наблюдения за ГЭС;
4. Реализация интерфейса для генерации отчетности в электронном виде.

1 Обзор предметной области

1.1 Деятельность работы группы наблюдений

Сравнительный анализ диагностических показателей и их критических значений позволяет своевременно выявлять переход состояния сооружения от работоспособного к частично работоспособному или аварийному. Это помогает своевременно обнаруживать какие-либо отклонения от нормальных условий эксплуатации сооружения, недопустимых в проектных режимах. Для предотвращения таких переходов и борьбы с их последствиями проводятся строительно-монтажные работы способные оказать влияние на статическую работу гидротехнических сооружений.

Необходимое условие безопасной эксплуатации ГЭС является оперативный контроль за состоянием гидротехнических сооружений по показаниям контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) и визуальным наблюдениям.

Контрольно-измерительная аппаратура - стационарная аппаратура, которая устанавливается на проектируемые, строящиеся и эксплуатируемые гидротехнические сооружения электростанций. В состав этих сооружений входят:

- плотины из грунтовых материалов: насыпные, намывные, каменно-земляные, каменно-набросные;
- грунтовые дамбы и грунтовые откосы;
- водозаборные устройства, водопропускные и водосбросные сооружения;
- здания ГЭС;
- подземные сооружения;
- подпорные стенки и устои;
- насосные станции и водоводы;
- подводящие каналы;

- основания грунтовых и бетонных сооружений, береговые примыкания.

Работник по визуальным наблюдениям после проведения ряда исследований и экспертиз составляет подробный отчет о состоянии сооружений ГЭС включающий:

- Результаты наблюдений за состоянием плотин(левобережная, правобережная);
- Результаты наблюдений за креплением берегов(левый, правый);
- Результаты наблюдений за бетоном в теле ГЭС(потерны).

Чтобы описать эксплуатационное состояние гидротехнических сооружений ОАО «Вилуйской ГЭС-3», формируется ежеквартальный отчет, в который включаются данные собранные по 3 службам группы наблюдений:

- Результаты наблюдений контрольно-измерительной аппаратуры;
- Геодезические съемки;
- Визуальные наблюдения.

Из-за большого количества исследуемой информации усложняется процесс анализа данных. Поэтому возникает необходимость создания информационной системы для сбора, хранения и преобразования результатов наблюдений в отчет.

1.2 Общие сведения проектируемой системы

Наименование системы

Полное наименование системы - Информационная система формирования отчетности о работе группы наблюдений ОАО «Вилуйская ГЭС-3».

Краткое наименование системы — ИС «АРГОН».

Наименование организации

Наименование: ОАО «Вилуйская ГЭС-3».

Адрес фактический: Республика Саха (Якутия), Мирнинский район, пос. Светлый, ул. В.Воропая, 22 «А».

Назначение системы

Информационная система предназначена для формирования отчетов работы группы наблюдений за ГЭС и мониторинга состояния гидротехнических сооружений.

Цели создания системы

Основными целями внедрения системы являются:

- обеспечение оперативного анализа диагностируемых показателей и повышения качества принимаемых решений о проведении строительно-монтажных работ;
- стандартизирование и автоматизирование формирования отчетности.

Нормативные ссылки

При техническом проектировании были использованы следующие нормативно-технические документы:

- а. Техническое задание по ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы»;
- б. Информационная технология. Комплекс стандартов автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания по ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы. Стадии создания.»;
- в. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов по РД 50-34.698-90 «Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.».

Очередность создания системы

Очередность создания системы описана в разделе 7. «Состав и содержание работ по созданию системы» технического задания.

Характеристика объекта автоматизации

Объектом автоматизации является компания ОАО «Вилюйская ГЭС-3». Деятельность компании представлена широким спектром сервисных услуг в области автоматизации и информационных технологий, связи и метрологического обеспечения, бизнес-консалтинга и сервисной интеграции, проектной деятельности и бизнес-приложений. Автоматизируемыми процессами являются процессы сбора и хранения информации, а также формирования отчетов.

1.3 Требования к системе

Требования к структуре и функционированию системы

ИС «АРГОН» должна иметь следующие подсистемы:

- подсистема ввода данных;
- подсистема хранения данных;
- подсистема анализа;
- подсистема формирования отчетности.

Подсистема ввода данных необходима для записи всех данных собранных группой наблюдения.

Подсистема хранения данных необходима для хранения всех результатов наблюдений, для дальнейшего анализа.

Подсистема анализа необходима для аналитической обработки данных находящихся в базе данных.

Подсистема формирования отчетности необходима для создания и формирования отчетов в удобном для вывода и печати виде.

Информационный обмен между компонентами системы должен осуществляться через единое информационное пространство и посредством использования стандартизированных протоколов и форматов обмена данными. Система ИС должна быть централизованной, т.е. все данные

должны располагаться в центральном хранилище. Система должна иметь двухуровневую архитектуру (первый — хранилище, второй — отчетность).

1.4 Обзор аналогов

На сегодняшний день существует множество программных средств для формирования отчетности данных, но большинство из ИС спроектированы под конкретную организацию или включены как часть в комплекс программ.

Рассмотрим два известных программных средства для решения поставленной задачи:

DevExpress Reporting — продукт от компании DevExpress, предоставляющий инструменты для быстрой, легкой и удобной работы с отчетами и документами.

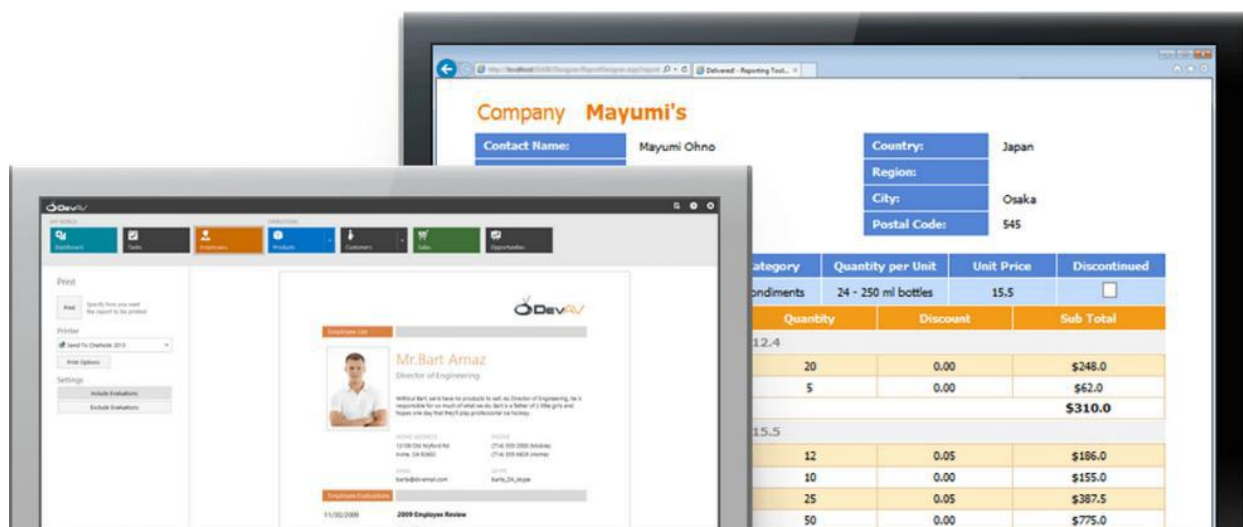


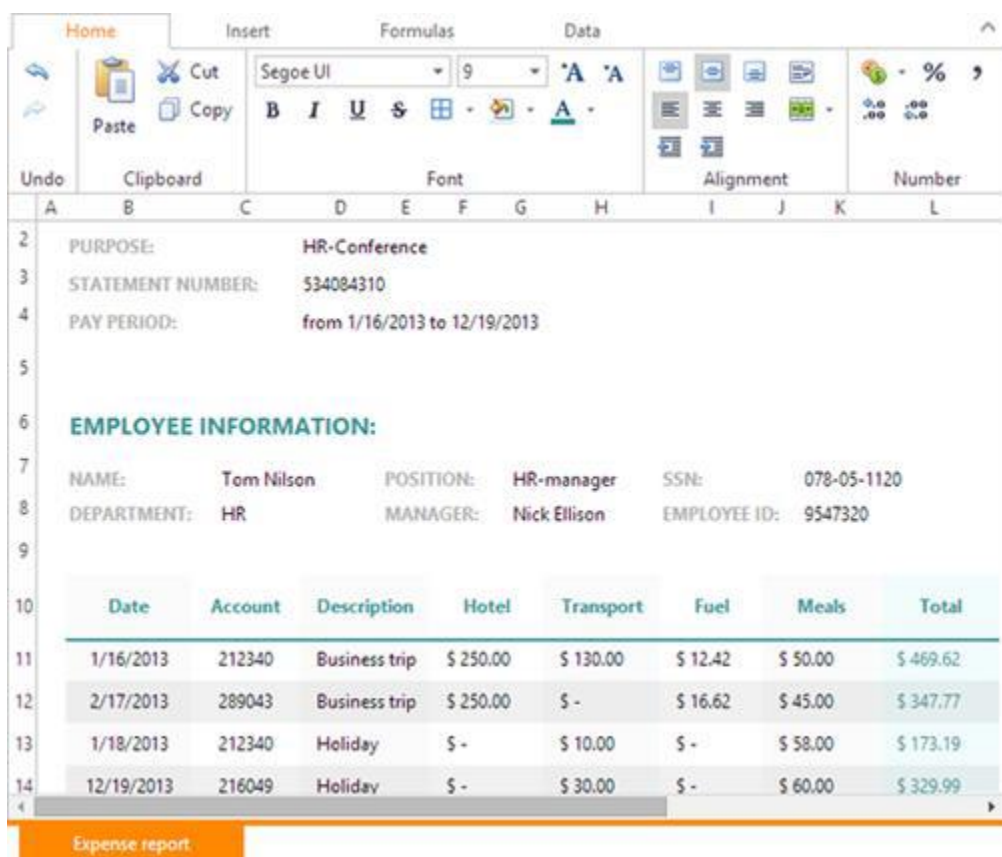
Рисунок 1 — DevExpress Reporting

Данный продукт имеет комплекс программ для работы с отчетами и предоставляет возможность работать на множестве платформ, таких как:

- WinForms;
- WPF;
- ASP.NET

- WebForms + Model View Controller(MVC);
- XAF; Dashboard;
- HTML5 & JavaScript;
- CodeRush;
- VCL.

Для работы с MVC-паттерном используется язык программирования ASP.NET & MVC Report Designer с поддержкой основных возможностей для работы с Excel-файлами и настройками внешнего вида. Пример на рисунке 2.



Date	Account	Description	Hotel	Transport	Fuel	Meals	Total
1/16/2013	212340	Business trip	\$ 250.00	\$ 130.00	\$ 12.42	\$ 50.00	\$ 469.62
2/17/2013	289043	Business trip	\$ 250.00	\$ -	\$ 16.62	\$ 45.00	\$ 347.77
1/18/2013	212340	Holiday	\$ -	\$ 10.00	\$ -	\$ 58.00	\$ 173.19
12/19/2013	216049	Holiday	\$ -	\$ 30.00	\$ -	\$ 60.00	\$ 329.99

Рисунок 2 — Формирование отчета в программе DevExpress Reporting

Редактировать отчеты удобно благодаря встроенному модулю Script Editor. Благодаря редактору сценариев можно непосредственно из редактора добавить обработку различных событий и сценариев для отчета.

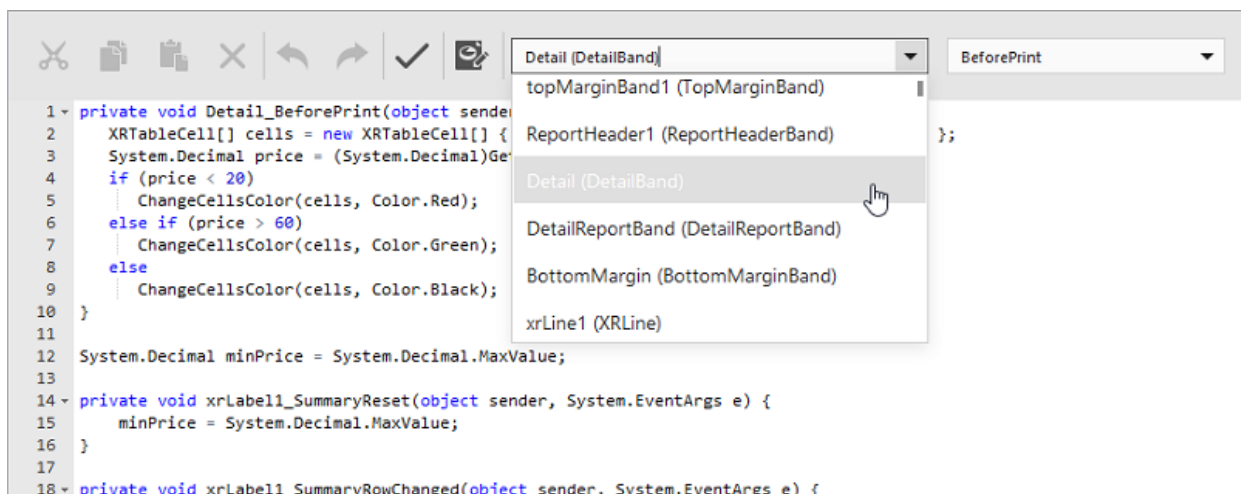


Рисунок 3 —Script Editor

Для редактирования выводных данных имеется редактор выражений. Позволяет формировать подсчет значений полей.

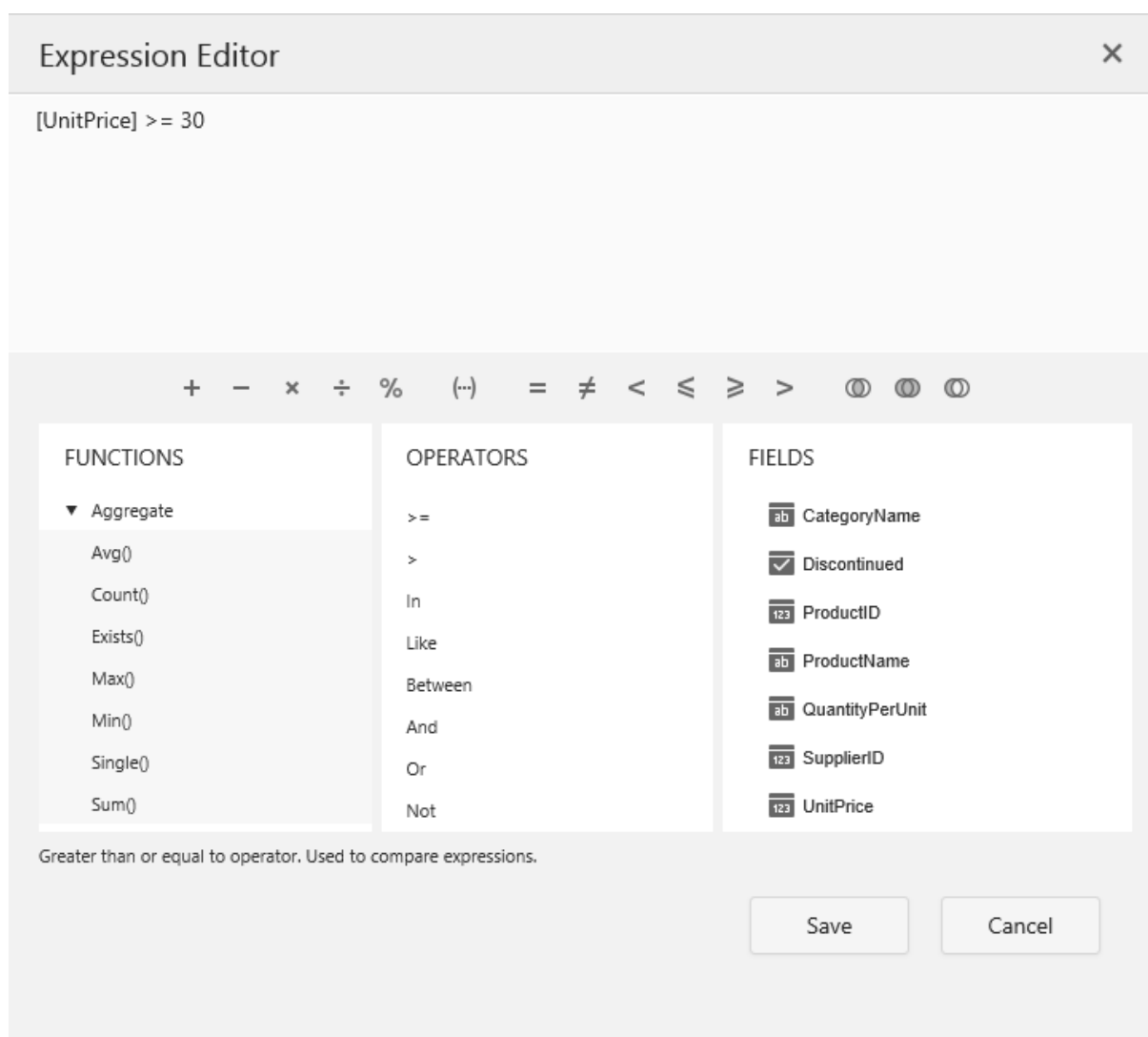


Рисунок 4 — Редактор выражений

Но данный способ имеет сложность при больших расчетах и построении анализа в какой-либо предметной области.

FastReport — это набор компонент от отечественного производителя для построения отчетов, представляет собой сочетание среды дизайнера, генератора и Preview-отчетов.

Данная программа не использует среду программирования как многие другие генераторы отчетов. Вместо этого она представляет из себя мощный визуальный дизайнер. Дизайнер имеет полностью настраиваемый интерфейс, имитирующий среду MS Visual Studio. Дизайнер может дать вашим пользователям возможность самостоятельно изменять существующие отчеты и создавать новые.

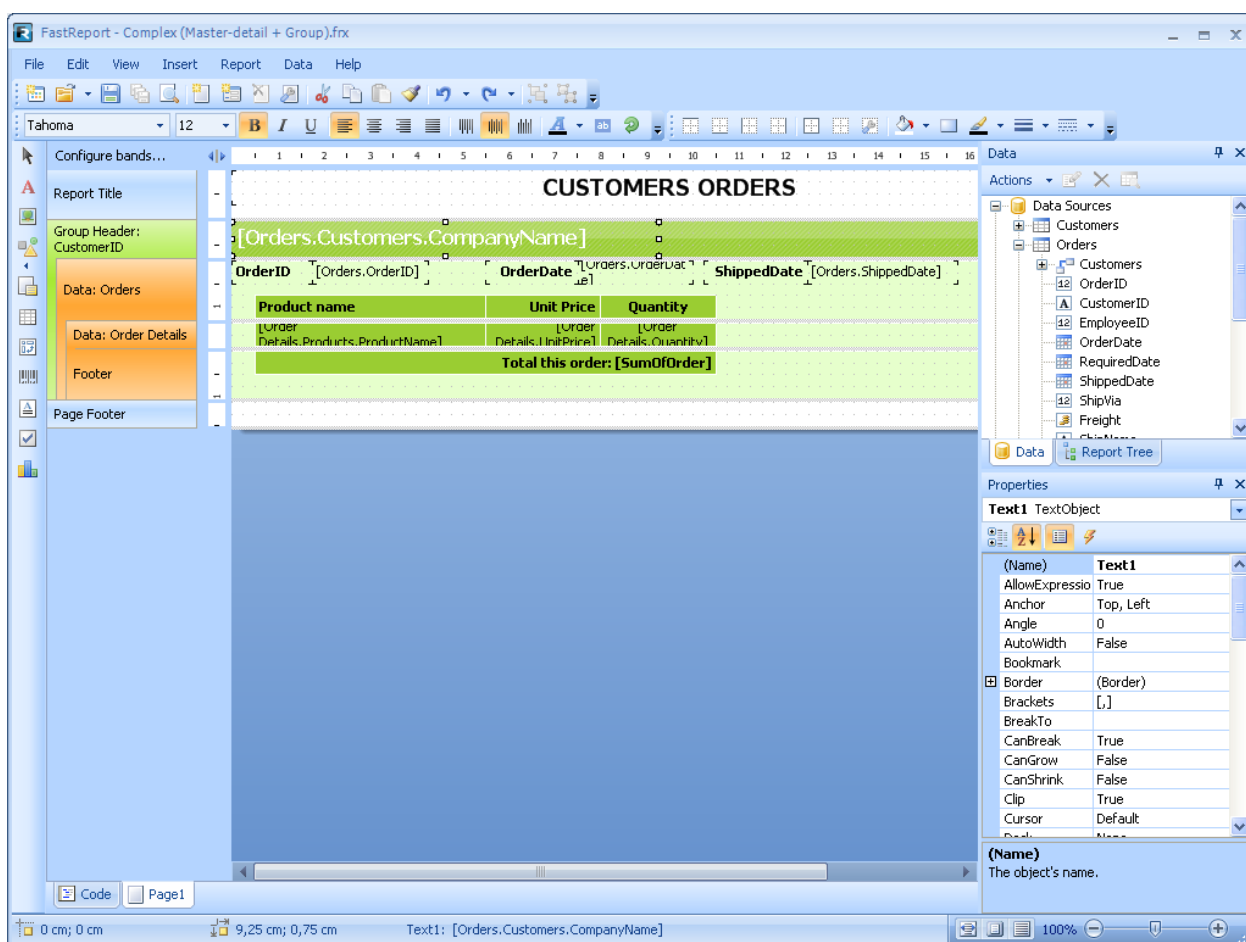


Рисунок 5 — Интерфейс программы FastReport

Особенность программы FastReport — шаблон отчета может состоять из нескольких страниц. Например, вы можете создать шаблон, содержащий

титульную страницу и страницу с данными. При построении такого отчета сначала будет напечатана первая страница, затем вторая и т.д.

Так же, как и программа DevExpress, имеет редактор выражений для калькулирования полей.

Оба средства имеют большое количество инструментов для формирования отчетов, но они не решают главной поставленной задачи, а именно анализа предметной области. а так же для вычисления данных требуют написания в каждую форму правил калькулирования полей. Что является проблемой при формировании большого количества отчетов. Все данные берутся напрямую из базы данных, делая каждый раз новый запрос, создавая большую нагрузку на сеть.

1.5 Вывод к главе 1

В ходе структурного анализа системы, были выявлены основные функциональные требования:

- ввод собранных данных;
- анализ эксплуатируемого состояния гидротехнических сооружений ГЭС;
- формирование отчетов по выбранным перечням данных.

Обзор аналогов показал, что существующие программы способны выполнить не все функции, которые требуются от системы.

В программе DevExpress и FastReport присутствуют следующие функции:

- формирование отчетов по выбранным перечням данных.

Отсутствующие функции:

- ввод собранных данных;
- анализ эксплуатируемого состояния гидротехнических сооружений ГЭС.

Для реализации всех требуемых функций необходимо спроектировать и разработать информационную систему сбора, хранения и формирования отчетности о работе группы наблюдений ОАО «Вилуйская ГЭС-3».

2 Проектирование системы

ИС «АРГОН» разработана по принципу «клиент-серверной» системы. Архитектура определяет общие принципы организации взаимодействия в сети, где имеются серверы, узлы-поставщики функций и клиент, потребитель этих функций.

Модель SADT — это модель проектируемого процесса. Построение данной модели позволяет наглядно изобразить проектируемый процесс.

С помощью методологии DFD (Data Flow Diagram) на рисунке 6 представим диаграмму информационных потоков в проекте:

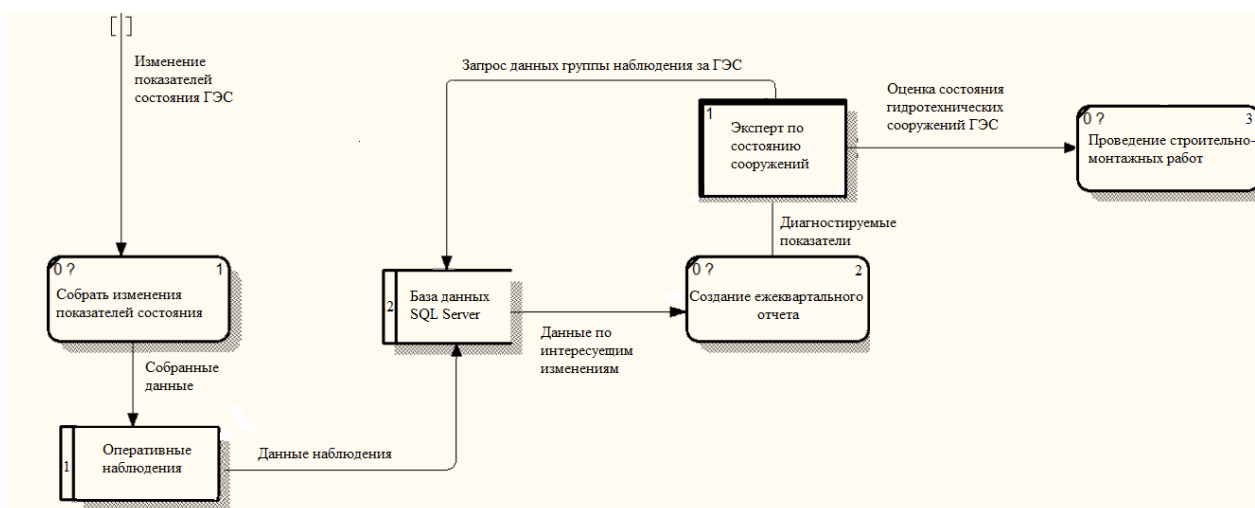


Рисунок 6 – Диаграмма информационных потоков проекта в нотации DFD

На грунтовых водозаборных устройствах, водопропускных и водосбросных сооружениях, подпорных стенках, основаниях грунтовых бетонных сооружений для фиксирования изменений показателей состояния применяется контрольно-измерительная аппаратура. Согласно установленному графику снятия показаний (1 раз в сутки с учащением в период обильных осадков и сейсмической активности) передаются данные по телефонной связи, электронной почте, КВ-рациям и др. На основе полученных сведений формируется оперативный отчет.

По завершению квартального периода (3 месяца) первичные и сводные данные группы наблюдений передаются, для составления ежеквартального отчета в предпочитаемом виде документа MS Office Word.

После анализа ежеквартального отчета эксперт дает оценку сооружений ГЭС:

- работоспособное состояние:
- частично работоспособное состояние, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность водосбросных и водопропускных сооружений соответствует условиям нормальной эксплуатации;
- неработоспособное (предаварийное) состояние, при котором эксплуатация гидротехнического сооружения в проектных режимах не допустима.

Чтобы предотвратить или исправить переход от одного состояния к другому на объектах проводятся строительно-монтажные работы, способные оказать влияние на статическую работу гидротехнических сооружений.

2.1 Описание использованного программного обеспечения

Для достижения поставленных задач в качестве системы управления базой данных используем SQL Server и обращаемся к ней с помощью Entity-Framework (EF), которая является ORM-платформой .NET. Платформа ORM позволяет работать с таблицами, столбцами и строками в реляционной базе данных с помощью обычных объектов C#. Entity-Framework включает отличную возможность под названием code-first. Смысл в том, что можно определить классы в нашей модели, а затем сгенерировать базы данных из этих классов. Но так как база данных уже создана будем связывать классы моделей с существующей базой данных. в качестве базы данных была выбрана СУБД SQL Server.

Пользовательские интерфейсы, для работы с базой данных и возможностью автоматизации создания отчетности посредством Microsoft Office Word, реализованы в среде разработки Visual Studio 2012 с помощью языка программирования C# через интерфейс программирования приложений Windows Forms являющийся частью Microsoft .NET Framework.

2.2 Структура пользовательского интерфейса работника группы наблюдений

На рисунке 7 представлена Use-case диаграмма, отражающая отношения между актёрами и прецедентами в интерфейсе ввода результатов визуального наблюдения:

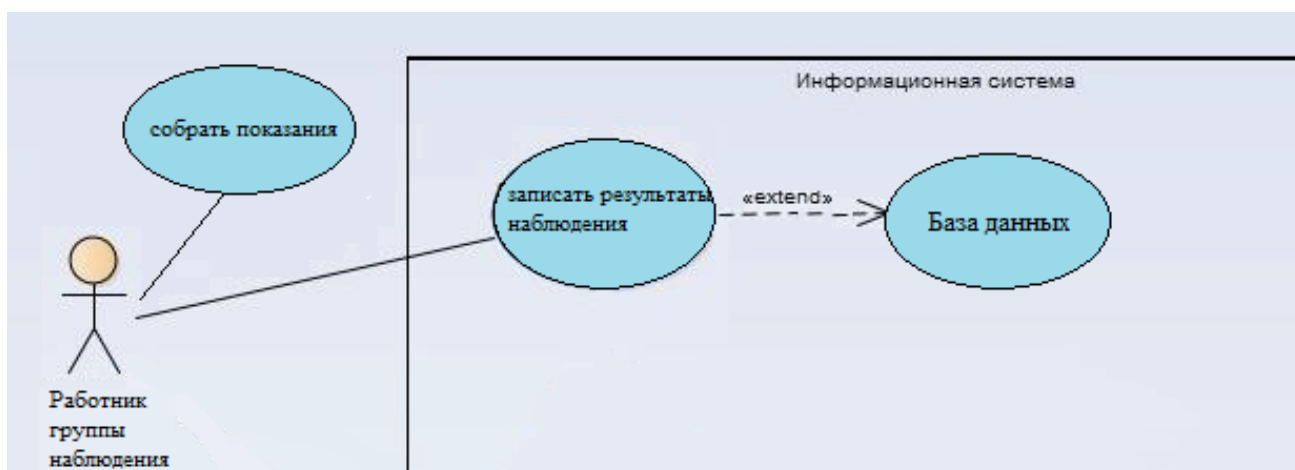


Рисунок 7 – Use-case диаграмма интерфейса работника

На рисунке 8 представлена диаграмма обработки оперативных наблюдений в нотации IDEF0:



Рисунок 8 – Диаграмма обработки результатов наблюдения

Пользователь собирает показания состояний гидротехнических сооружений, согласно СТО 17230282.27.010.001-2007 «Здания и сооружения объектов энергетики».

После обхода работником закрепленных за ним объектов гидроэлектростанции, он производит запись собранных результатов в базу данных MS SQL Server посредством пользовательского интерфейса, реализованного на платформе .NET Framework.

2.3 Структура интерфейса для создания отчета

На рисунке 3 представлена Use-case диаграмма, отражающая отношения между актёрами и прецедентами в интерфейсе создания отчетов:

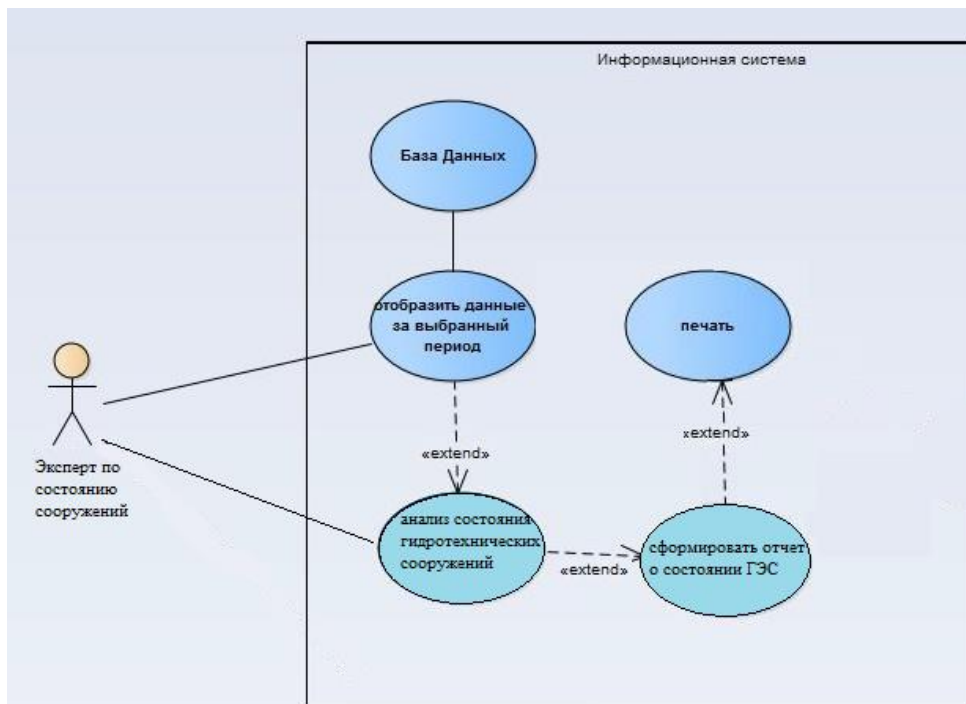


Рисунок 9 – Use-case диаграмма обработки результатов наблюдения

Разберем прецедент, когда информационная система формирует отчеты по заданным параметрам. Действующие лица этого прецедента: эксперт по состоянию сооружений ГЭС.

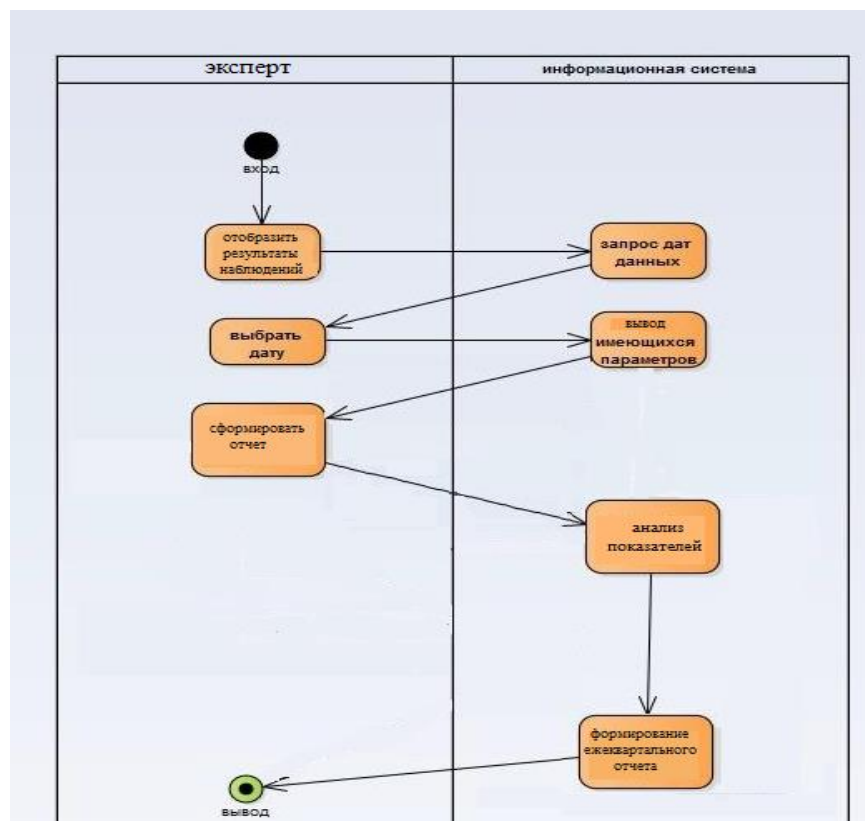


Рисунок 10 – Диаграмма обработки результатов наблюдения

Прецедент начинается, когда эксперту по состоянию гидротехнических сооружений нужно посмотреть данные наблюдений.

Базовый поток событий:

- а. эксперт выбирает «отобразить результаты наблюдений»;
- б. система запрашивает даты данных ,которые нужно найти в базе;
- в. эксперт выбирает дату;
- г. система отображает параметры, по которым можно сформировать отчет;
- д. эксперт нажимает кнопку «сформировать отчет»;
- е. система анализирует параметры за выбранный период по СТО 70238424.27.140.035-2009 «Гидроэлектростанции. Мониторинг и оценка технического состояния гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации. Нормы и требования»;
- ж. система формирует отчет.

При успешном окончании прецедента эксперт получает готовый отчет и дает свои комментарии о проведении дополнительных работ.

На рисунке 11 представлена диаграмма анализа оперативных наблюдений в нотации IDEF0:

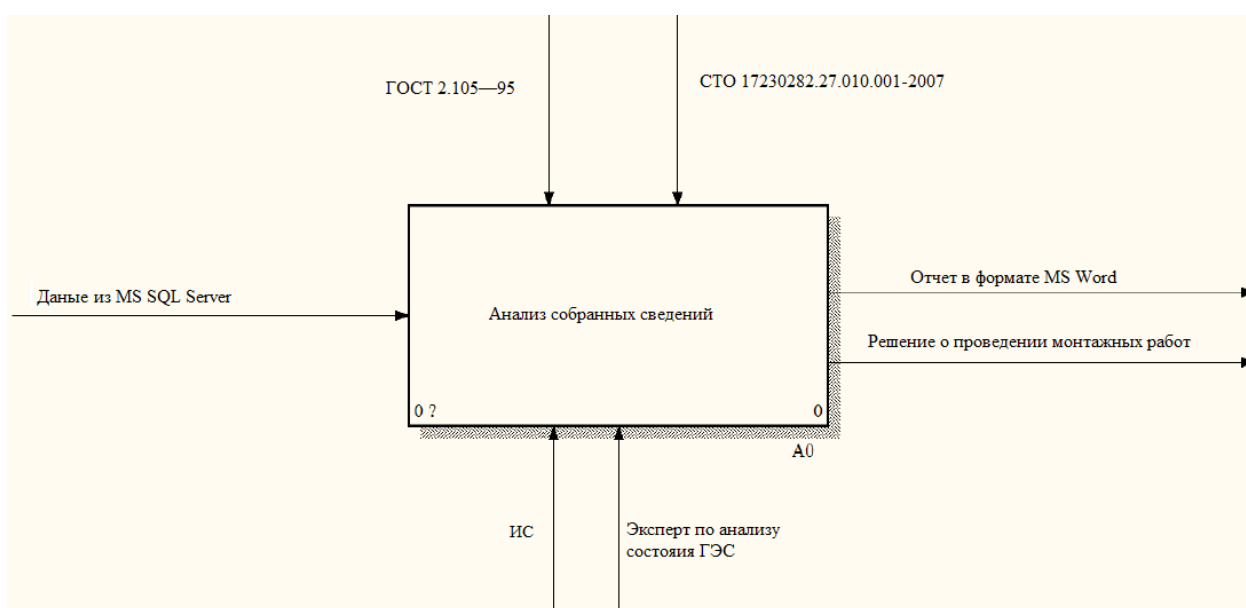


Рисунок 11 – Диаграмма обработки результатов наблюдений

Программный модуль получает значения из файла базы данных в виде числовых значений гидротехнических измерений, где количество записей варьируется от 35 - 80. Анализ заключается в сравнении максимальных диагностических показателей наблюдения за состоянием сооружений ГЭС и критериев безопасности согласно СТО 70238424.27.140.035-2009.

Результаты, полученные в процессе анализа, заносятся в ежеквартальный отчет, оформленного по стандарту ГОСТ 2.105—95, для предоставления в виде документа MS Word руководству предприятия.

Также эксперт дает оценку состояния гидротехнических сооружений и решение о проведении строительно-монтажных работ для поддержания работоспособного эксплуатационного состояния.

Весь поток разбивается на 3 части, первый поток работает с БД, второй анализирует полученные данные, третий формирует конечную таблицу отчета:

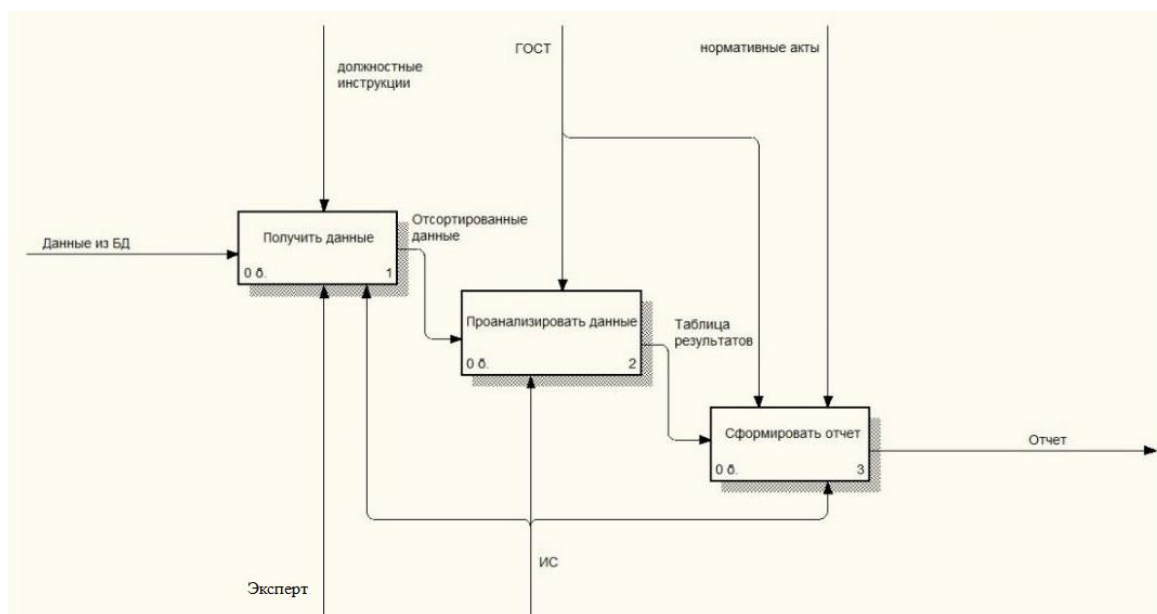


Рисунок 12 – Многопоточность данных интерфейса

При получении данных пользователь должен выбрать, за какой период нужно сформировать отчет:

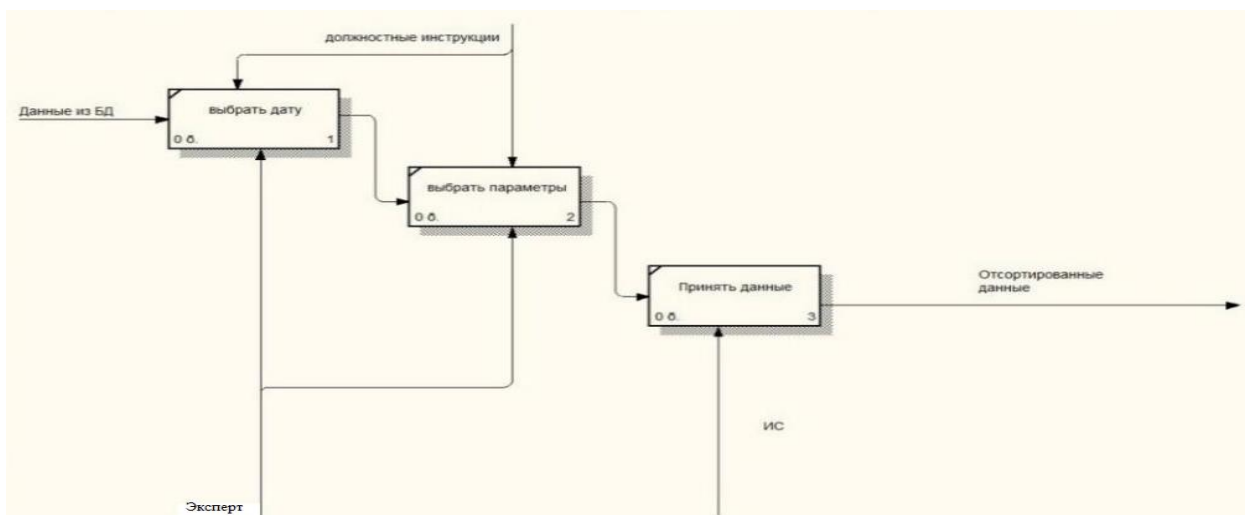


Рисунок 13 - Декомпозиция блока «Получить данные»

При анализировании данных происходит подсчет вычисляемых полей:

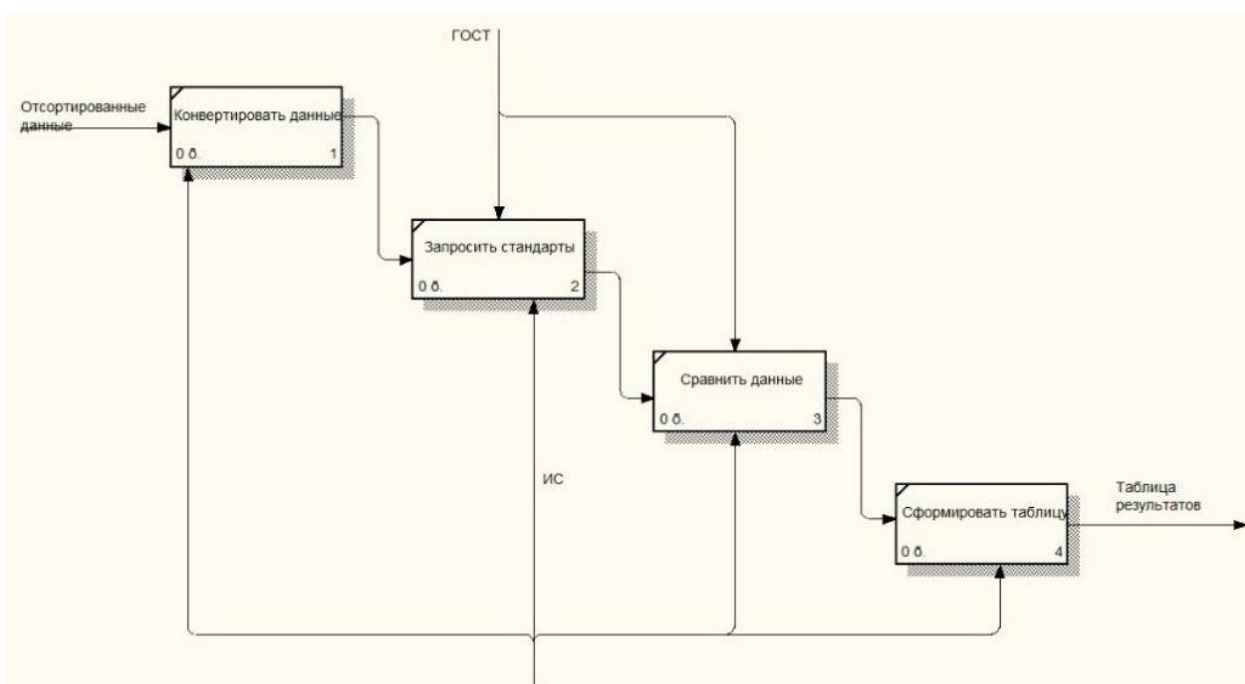


Рисунок 14 - Декомпозиция блока «Проанализировать данные»

При формировании отчета, формируется таблица для вывода отчета в формате DOC файла:

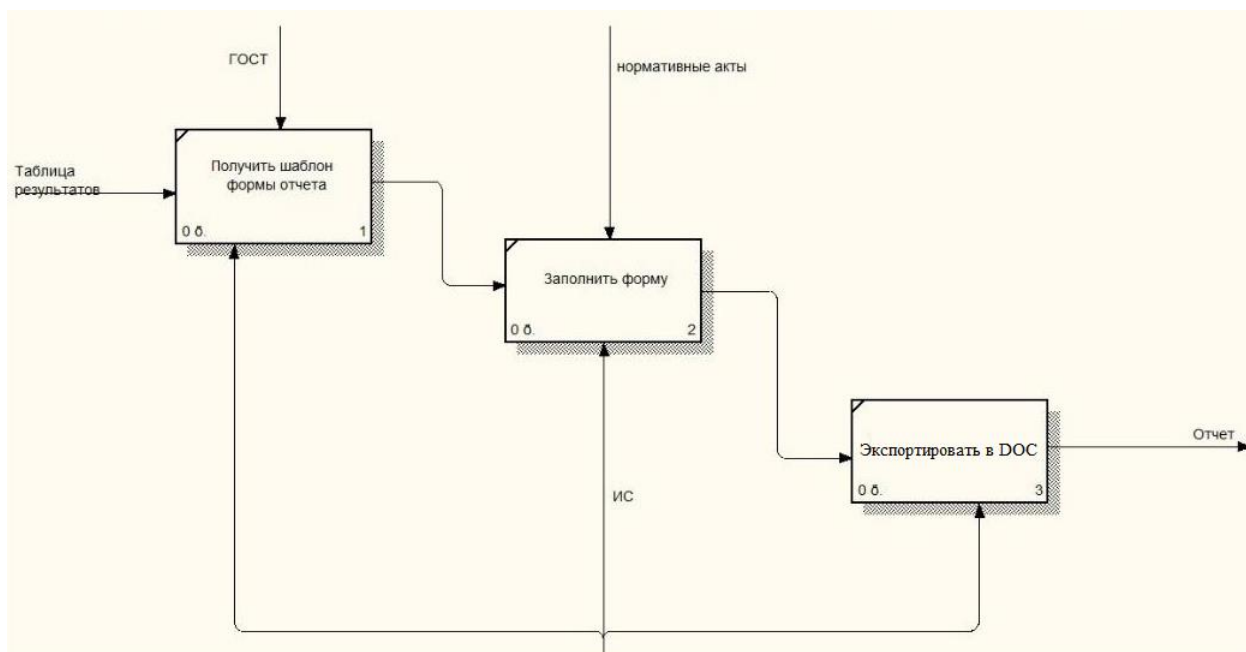


Рисунок 15 - Декомпозиция блока «сформировать отчет»

2.4 Вывод к главе 2

В ходе анализа проведенного интервью сформулированы определенные требования к разрабатываемому модулю. На этапе проектирования построена архитектура, наглядно демонстрирующая концепцию, структуру, выполняемые функции и взаимосвязь компонентов модуля отчетности.

3 Реализация программного продукта

3.1 Описание параметров приложения

- Дата – запись включающая в себя число месяца, месяц и год проведения осмотра, дд.мм.гггг;
- № марки – номер бетонной марки для контроля за вертикальными и горизонтальными смещениями здания ГЭС, подпорный стен и т.д.;
- Значение – показатель измерения, мм.;
- № пьезометра – номер прибора, который используется для измерения гидростатического или гидродинамического давления ньютоновских жидкостей и деформации твёрдых тел;
- P_{\max} - максимальный пьезометрический уровень, м;
- σ_{\max} – максимальный диагностический показатель напряжения в арматуре, МПа;
- № блока – условное имя бетонного блока напряжение арматуры в котором диагностируется;
- № ПСАС – условное имя преобразователя силы арматурного, струнного;
- Δ - осадок марок в сухой потерне фундаментной плиты, мм;
- Пикет – условное имя съёмочной точки для измерения вертикальных и горизонтальных углов;

3.2 Создание пользовательского интерфейса

Практическая часть заключалась в создании интерфейса предназначенного для сбора и хранения данных.

В начале создадим пустую форму Windows Forms:

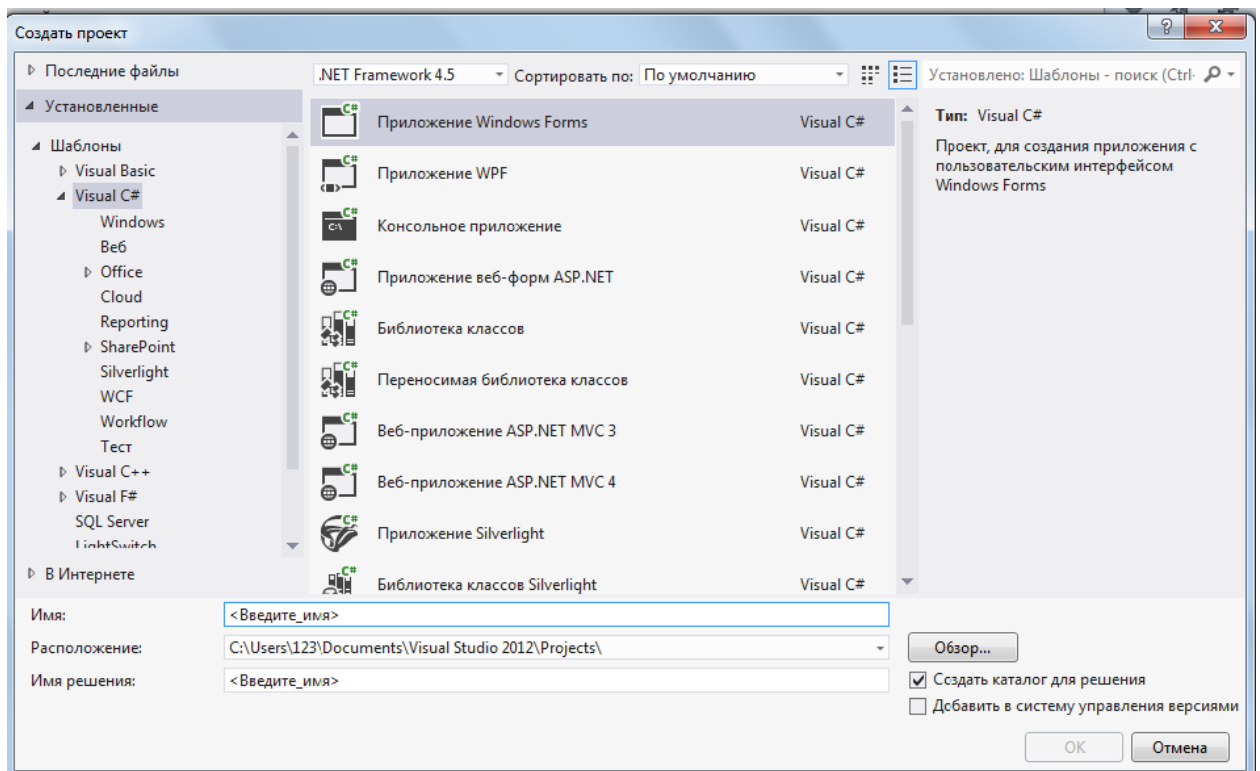


Рисунок 16 – Создание пустой формы

Данная программа включает в себя 2 проекта. Один проект содержит доменную модель, второй является приложением для работы с пользователем. Это сделано для отделения части программы, которая работает с БД, от пользовательского интерфейса, тем самым оградив пользователя от прямого взаимодействия с доменной моделью.

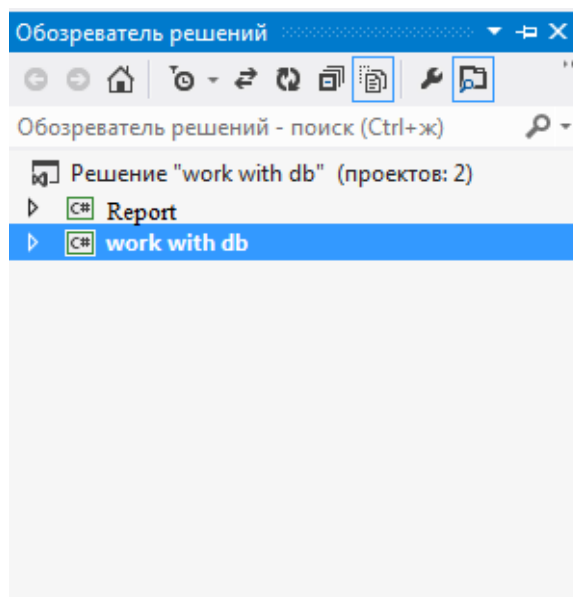


Рисунок 17 – Разделение проекта на 2 части

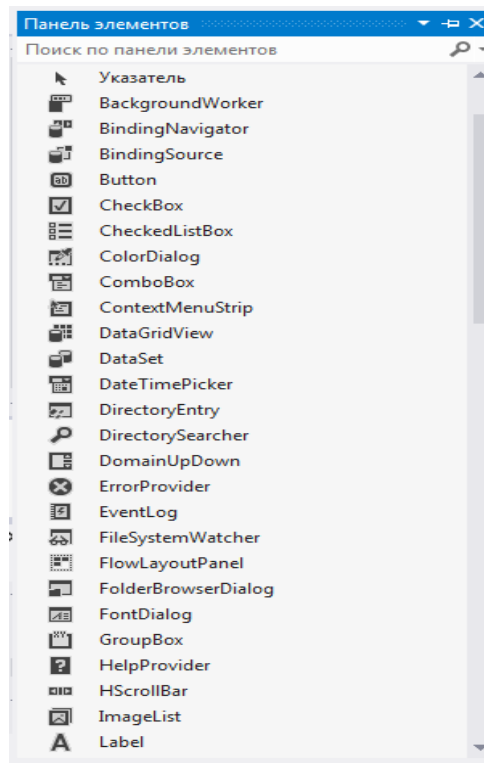


Рисунок 18 – Панель элементов Windows Form

Пользуясь компонентами панели элементов можно реализовать:

- выход из приложения - menuStrip;
- обозначения и надписи – label;
- ввод результатов наблюдений - textBox;
- вывода базы данных - listBox;
- добавления данных в базу - button;
- обновление поля вывода – button;

С помощью элемента tabControl на рабочем пространстве для каждого вида наблюдений создадим свою вкладку, так как приложение будет собирать информацию из различных источников:

1. Осадок в сухой потерне фундаментальной плиты:

Марка	Показатель	Дата
253	62	01.10.2016
254	76	01.10.2016
255	95	01.10.2016
504	49	01.10.2016

Рисунок 19 –Вкладка осадок в сухой потерне фундаментальной плиты

2. Пьезометрический уровень в основании ГЭС:

Марка	Показатель	Дата
П-1	154,46	15.10.2016
П-2	154,46	15.10.2016
П-3	153,65	15.10.2016
П-4	153,64	15.10.2016
П-5	153,74	17.10.2016

Рисунок 20 – Вкладка максимальных уровней в основании

3. Вертикальное смещение гидронивелира:

work bd

Файл

Осадок фундаментальной плиты Мах пьезомет. уров. основания **Вертикальное смещение гидронивелира** Напряжение в арматуре

Дата: 01.06.2016

№ марки: 128

Значение: 3.6 мм.

Марка	Показатель	Дата
102	7.1	04.12.2016
103	7.8	04.12.2016
125	5.7	04.12.2016
127	3.7	04.12.2016
128	3.7	04.12.2016

Рисунок 21 – Вкладка относительного смещения вертикальных угловых настенных марок гидронивелира

4. Напряжение арматуры в фундаменте:

work bd

Файл

Осадок фундаментальной плиты Мах пьезомет. уров. основания Вертикальное смещение гидронивелира **Напряжение в арматуре**

Дата: 21.10.16

№ блока: ПВС-1-15

№ ПСАС: CE1142

σ max: 51.2 МПа.

Дата	№ блока	№ ПСАС	σ max
15.10.16	ПВС-1-17	CE1159	81.8
28.10.16	ПВС-1-3а	CE2102	49.1

Рисунок 22 – Вкладка напряжение арматуры в подпорных стенках

Для реализации интерфейса создания отчетности для эксперта по состоянию гидротехнических сооружений были использованы дополнительные библиотеки для работы с doc-файлами:

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Data.SqlClient;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using System.IO;
using System.Reflection;
using Word = Microsoft.Office.Interop.Word;

```

Рисунок 23 – Библиотеки классов использованные в проекте

Вторая часть проекта передает в представление данные из БД, пользователь сначала должен выбрать период, за который нужно сформировать отчет:

Дата от до

Рисунок 23 – Выбор периода

После выбора даты формируется таблица с результатами за данный период:

Дата	Параметр	Показатель
04.12.2016	102	7.1
04.12.2016	103	7.8
04.12.2016	125	5.7
04.12.2016	127	3.7
04.12.2016	128	3.7
01.10.2016	253	62
01.10.2016	254	76
01.10.2016	255	95
15.10.2016	CE1159	81.8
28.10.2016	CE2102	49.1
15.10.2016	П-1	154,46
15.10.2016	П-2	154,46
15.10.2016	П-3	153,65
15.10.2016	П-4	153,64
17.10.2016	П-5	153,74

Рисунок 24 – Результаты за выбранный период

После просмотра результатов за интересующий период экспертом по наблюдениям за состоянием ГЭС, формируется отчет, в котором происходит поиск по шаблону и работе с документами Office Word по выбранным данным из БД и сравнительный анализ критических показателей безопасности с диагностируемыми. Примеры таблиц в отчете:

1. Пьезометрический уровень в основании ГЭС:

№ пьезометра	Критериальные значения, м		Р _{max} , отм., м	Р _{max} - К ₁ , м
	К ₁	К ₂		
1	2	3	4	5
П-1	155,25	155,74	154,46	-0,83
П-2	155,74	156,19	154,45	-1,23
П-3	154,39	154,80	153,65	-0,74
П-4	154,47	154,88	153,54	-0,93
П-5	154,54	154,97	153,74	-0,81
П-6	155,21	155,92	153,70	-1,51
П-7	154,60	155,02	153,40	-1,20
П-8	154,58	155,24	152,88	-1,70
П-9	154,63	155,08	153,72	-0,92
П-10	154,76	155,26	153,79	-0,97

Рисунок 25 – Таблица максимальных уровней в основании здания ГЭС

2. Осадок в сухой потерне фундаментальной плиты:

№ марки	Диагностический показатель, Δмм		Критериальные значения, мм		К ₁ - Δ, мм	
	05. 2016г.	10.2016г.	К ₁	К ₂	05. 2016г.	10.2016г.
588	102	102	110	112	8	8
255	95	95	104	106	9	9
254	76	76	85	87	9	9
253	62	62	70	72	8	8
504	50	49	58	60	8	9

Рисунок 26 – Таблица осадок в сухой потерне фундаментальной плиты

3. Вертикальное смещение гидронивелира:

№ марки	Наблюдённые значения, мм. (диагностический параметр)			Критериальные значения, мм			
				K1		K2	
	2016г.			Верхняя граница	Нижняя граница	Верхняя граница	Нижняя граница
	01.06	01.08	04.12				
верховая (цементационная потерна), левая сторона							
125	5.7	5.5	5.6	7,2	-1,3	8,0	-2,1
127	3.7	3.5	3.9	5,5	-1,7	6,2	-2,4
128	3.6	3.2	3.7	5,3	-1,8	6,0	-2,4
верховая (цементационная потерна), правая сторона							
102	6.6	6.6	7.1	8,4	-0,2	9,1	-1,0
103	7.2	7.1	7.8	9,3	-0,3	10,0	-1,0
106	7.5	7.7	7.9	9,3	-0,4	10,2	-1,3

Рисунок 27 – Таблица вертикальных смещений гидронивелира

4. Напряжение арматуры в фундаменте:

№ блока		№ ПСАС	Диагностический показатель σ max, МПа	Критериальные значения, МПа		σ max-K1, МПа
				K1	K2	
ПВС	ПВС-I-3a	CE2102	49,1	62,5	328,0	-13,4
	ПВС-I-15	CE1266	69,7	84,7	328,0	-15,0
	ПВС-I-17	CE1159	81,8	85,7	328,0	-3,9
ЛВС	ЛВС-I-3	CE1258	12,5	20,7	328,0	-8,2
		CE1275	148,9	160,0	328,0	-11,0
	ЛВС-I-16	CE1130	127,1	147,2	328,0	-20,1

Рисунок 28 – Таблица вертикальных смещений гидронивелира

3.3 Вывод к главе 3

В процессе разработки было создано подключение к базе данных программы при помощи современной объектно-ориентированной технологии Entity Framework. На основе платформы WinForms был создан графический

интерфейсы работника группы наблюдений и модуля отчетности. Контроль за состоянием гидротехнических сооружений осуществляется с помощью сравнительного анализа критических показателей безопасности с диагностируемыми данными результатов наблюдения за ГЭС. В конечном итоге формируется отчет о эксплуатационном состоянии ГЭС в формате документа MS Office Word.

Выполнены требования к входным и выходным данным.

Удовлетворены все требуемые функции, выявленные в 1 главе, а именно:

- ввод собранных данных;
- анализ эксплуатируемого состояния гидротехнических сооружений ГЭС;
- формирование отчетов по выбранным перечням данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итогом проведенной работы является спроектированная программа. Эта система будет успешно применяться на предприятие ОАО «Вилюйская ГЭС-3» для централизованного хранения результатов визуальных наблюдений и проведения анализа критических показателей безопасности с диагностируемыми данными, используя весь функционал программы. Одним из преимуществ этой системы является высокая экономическая эффективность и эффект, позволяя организации значительно снизить затраты времени на анализ состояния ГЭС. Это достигается за счет значительного снижения времени выполнения трудоемких операций. Аналитикам совсем не обязательно изучать всю документацию, а достаточно просто использовать данные из конечного отчета.

При создании программы использовались SADT и UML-диаграммы, необходимые для последующей разработки программы. Были использованы платформа Microsoft .NET Framework и построен пользовательский интерфейс с помощью Windows Forms, а также задействована бесплатная база данных MySQL. Разработка проводилась с соблюдением принципов объектно-ориентированного программирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алябышева Т.М. Информационно-справочная система по режимам работы ГЭС/ Т.М. Алябышева Р.М. Яганов – Москва : Вестник ВНИИЭ : ЭНАС, 1996. - 96 с.
2. Коробова Л. А. Проектирование информационных систем/ Коробова Л. А., Медведкова И. Е., Абрамов Г. В., Воронежский государственный университет инженерных технологий 2012 г — 172 с.
3. Подлесной С.А. Гидроэлектростанции в XXI веке : сборник материалов Второй Всероссийской научной практической конференции / С.А. Подлесного, В.Б. Затеева. – Саяногорск; Черемушки: Сибирский федеральный университет; Саяно-Шушенский филиал, 2015. – 413 с.
4. СТО 70238424.27.140.035-2009 Гидроэлектростанции. Мониторинг и оценка технического состояния гидротехнических сооружений в процессе эксплуатации. Нормы и требования. – Введ. 31.12.2009. - Москва: НП «ИНВЭЛ», 2009.- 59 с.
5. СТО 17330282.27.140.004-2008 Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений ГЭС. Условия создания. Нормы и требования. – Введ. 15.04.2008. – Москва: ЕЭС России, 2008. – 53 с.
6. СТО 17230282.27.010.001-2007 Здания и сооружения объектов энергетики. Методика оценки технического состояния. – Введ. 30.11.2007. - Москва: ЕЭС России, 2007. – 179 с.
7. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания — Введ. 01.01.1992г. - Москва : Стандартиформ, 2009. — 11 с.
8. СТО 4.2-07- 2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 30.12.2013. – Красноярск: СФУ, 2014. – 60 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Техническое задание

Наименование системы

Полное наименование системы - Информационная система формирования отчетности о работе группы наблюдения ОАО «Виллюйская ГЭС-3».

Краткое наименование системы — ИС «АРГОН».

А.1 Наименование организации – Заказчика

Заказчик

Наименование: ОАО «Виллюйская ГЭС-3».

Адрес фактический: Республика Саха (Якутия), Мирнинский район, пос. Светлый, ул. В.Воропая, 22 «А».

А.2 назначение и цели создания системы

Информационная система предназначена для формирования отчетов работы группы наблюдений за ГЭС и определения состояния гидротехнических сооружений.

Цели создания системы

Основными целями внедрения системы являются:

- обеспечение оперативного анализа диагностируемых показателей и повышения качества принимаемых решений о проведении строительно-монтажных работ;
- стандартизирование и автоматизирование формирования отчетности.

А.3 Характеристика объекта автоматизации

Объектом автоматизации является компания ОАО «Вилюйская ГЭС-3». Деятельность компании представлена широким спектром сервисных услуг в области автоматизации и информационных технологий, связи и метрологического обеспечения, бизнес-консалтинга и сервисной интеграции, проектной деятельности и бизнес-приложений. Автоматизируемыми процессами являются процессы сбора и хранения информации, а также формирования отчетов.

А.4 Требования к системе

Требования к структуре и функционированию системы

ИС «АРГОН» должна иметь следующие подсистемы:

- подсистема ввода данных;
- подсистема хранения данных;
- подсистема анализа;
- подсистема формирования отчетности.

Подсистема ввода данных необходима для записи всех данных собранных группой наблюдения.

Подсистема хранения данных необходима для хранения всех результатов наблюдения, для дальнейшего анализа.

Подсистема анализа необходима для аналитической обработки данных находящихся в базе данных.

Подсистема формирования отчетности необходима для создания и формирования отчетов в удобном для вывода и печати виде.

Информационный обмен между компонентами системы должен осуществляться через единое информационное пространство и посредством использования стандартизированных протоколов и форматов обмена данными. Система ИС должна быть централизованной, т.е. все данные

должны располагаться в центральном хранилище. Система должна иметь двухуровневую архитектуру (первый — хранилище, второй — отчетность).

Параметры, характеризующие степень соответствия системы назначению

ИС «АРГОН» должна обеспечивать хранение результатов наблюдения за ГЭС на срок не менее 3 лет

Время отклика должно составлять:

- для навигации по экранным формам системы – не более 5 сек;
- для формирования отчетов – не более 10 сек.

Требования к сохранению работоспособности системы в различных вероятных условиях

Нарушения в работе системы внешнего электроснабжения серверного оборудования до 15 минут — Функционирование в полном объеме.

Выход из строя сервера баз данных — уведомление администратора баз данных.

Выход из строя ПО или оборудования ИС — уведомление оперативной группы.

Требования к надежности

Система должна сохранять работоспособность и обеспечивать восстановление своих функций при возникновении следующих внештатных ситуаций:

- при сбоях в системе электроснабжения аппаратной части, приводящих к перезагрузке ОС, восстановление программы должно происходить после перезапуска ОС и запуска исполняемого файла системы;
- при ошибках в работе аппаратных средств (кроме носителей, данных и программ) восстановление функции системы возлагается на ОС;
- при ошибках, связанных с программным обеспечением (ОС и драйверы устройств), восстановление работоспособности возлагается на ОС.

Для защиты аппаратуры от бросков напряжения и коммутационных помех должны применяться сетевые фильтры.

Перечень аварийных ситуаций, по которым регламентируется требования надежности

При аварийном завершении процесса какой-либо подсистемой должны учитываться следующие ситуации:

- сбой в электроснабжении сервера;
- поломка сети;
- ошибка ПО.

Требования к надежности технических средств и программного обеспечения

Для обеспечения надежности технических средств необходимы следующие требования:

- аппаратные средства должны быть с повышенной надежностью;
- программно-аппаратный комплекс должен иметь средства восстановления;
- система должны иметь подсистему оповещения администраторов о переходе в автономный режим работы.

Требования к эргономике и технической эстетике

Подсистема формирования отчетности данных должна обеспечивать удобный для конечного пользователя интерфейс, отвечающий следующим требованиям.

В части внешнего оформления:

- интерфейсы подсистем должен быть типизированы;

Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

В соответствии с ГОСТ 15150-69 оборудование должно находиться в помещении с температурой окружающего воздуха от 5 до 40 °С, относительной влажностью от 40 до 80 % при T=25 °С, атмосферным давлением 630–800 мм рт. ст..

Размещение рабочих мест и технических средств по ГОСТ 21958-76 «Система «Человек-машина». Зал и кабины операторов. Взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования».

Требования к информационной безопасности

В соответствии с ГОСТ Р 51583 «Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении» и ГОСТ Р 50739-95 «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Общие технические требования» требования необходимые для обеспечения информационной безопасности:

- защита системы должна обеспечиваться программно-аппаратным комплексом;
- защита системы должна обеспечиваться на всех этапах обработки и перемещения данных.

Требования к антивирусной защите

Антивирусные средства должны быть установлены на всех рабочих местах системы.

Требования по сохранности информации при авариях

В Системе должно быть обеспечено резервное копирование данных.

Требования безопасности

Установка, эксплуатация и обслуживание оборудования должны проводиться в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Аппаратное обеспечение должно соответствовать требованиям пожарной безопасности в производственных помещениях по ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования». Должно быть обеспечено соблюдение общих требований безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие

требования безопасности» при обслуживании системы в процессе эксплуатации.

Аппаратная часть системы должна быть заземлена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571.22-2000 «Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 707. Заземление оборудования обработки информации».

Значения эквивалентного уровня акустического шума, создаваемого аппаратурой системы, должно соответствовать ГОСТ 21552-84 «Средства вычислительной техники. Общие технические требования, приемка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение», но не превышать следующих величин:

- 50 дБ — при работе технологического оборудования и средств вычислительной техники без печатающего устройства;
- 60 дБ — при работе технологического оборудования и средств вычислительной техники с печатающим устройством.

А.5 Требования к функциям, выполняемым системой

Функции ИС:

- ввод результатов наблюдения
- формирование отчетов по выбранным перечням данных;
- анализ эксплуатируемого состояния гидротехнических сооружений ГЭС.

Входная информация:

Результаты наблюдения (характеристики проверки нефти: химический состав, плотность, вязкость, испаряемость, сжимаемость, газосодержание).

Выходная информация:

Отчет по выбранным данным.

А.6 Требования к видам обеспечения

Состав, структура и способы организации данных в системе должны быть определены на этапе технического проектирования.

Уровень хранения данных в системе должен быть построен на основе современных реляционных или объектно-реляционных СУБД. Для обеспечения целостности данных должны использоваться встроенные механизмы СУБД.

Средства СУБД, а также средства используемых операционных систем должны обеспечивать документирование и протоколирование обрабатываемой в системе информации.

Структура базы данных должна поддерживать кодирование хранимой и обрабатываемой информации в соответствии с общероссийскими классификаторами (там, где они применимы).

Доступ к данным должен быть предоставлен только авторизованным пользователям с учетом их служебных полномочий, а также с учетом категории запрашиваемой информации.

Структура базы данных должна быть организована рациональным способом, исключающим единовременную полную выгрузку информации, содержащейся в базе данных системы.

Технические средства, обеспечивающие хранение информации, должны использовать современные технологии, позволяющие обеспечить повышенную надежность хранения данных и оперативную замену оборудования (распределенная избыточная запись/считывание данных; зеркалирование; независимые дисковые массивы; кластеризация).

В состав системы должна входить специализированная подсистема резервного копирования и восстановления данных.

При проектировании и развертывании системы необходимо рассмотреть возможность использования накопленной информации из уже функционирующих информационных систем.

Требования к программному обеспечению

При внедрении ИС необходимо максимально эффективно задействовать ранее закупленное программное обеспечение. Базовой платформой должна являться ОС MS Windows.

А.7 Состав и содержание работ по созданию системы

В соответствии с ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы. Стадии создания» задаются следующие стадии выполнения работ см. Таблицу А.1.

Таблица А.1 — Этапы работ

Стадии	Этапы работ	Сроки	Итоги выполнения
Формирование требований к ИС	1.1.Обследование объекта и обоснование необходимости создания ИС. 1.2.Формирование требований пользователя к ИС. 1.3.Оформление отчёта о выполненной работе и заявки на разработку ИС (тактико–технического задания).	Выполнено	Список требований, ТЭО, Заявка на разработку ИС, Отчет о роделанной работе
Разработка концепции ИС	2.1.Изучение объекта. 2.2.Проведение необходимых научно-исследовательских работ. 2.3.Разработка вариантов концепции ИС, удовлетворяющего требованиям пользователя. 2.4.Оформление отчёта о выполненной работе.	Выполнено	Отчеты о НИР, Отчет о проделанной работе
Техническое задание	Разработка и утверждение технического задания на создание ИС.	Через месяц после начала выполнения работ	ТЗ

Окончание таблицы А.1

Стадии	Этапы работ	Сроки	Итоги выполнения
Технический проект	4.1.Разработка проектных решений по системе и её частям. 4.2.Разработка документации на ИС и её части. 4.3.Разработка и оформление документации на поставку изделий для комплектования ИС и (или) технических требований (технических заданий) на их разработку.	Через три месяца после начала выполнения работ	ТП

Перечень документов, предъявляемых по окончанию стадий работ по ГОСТ 34.201-89 «Виды, комплектность, обозначения документов при создании ИС».

А.7 Состав и содержание работ по созданию системы

Настоящее Техническое Задание разработано на основе следующих документов и информационных материалов:

1. Федерального закона Российской Федерации от 24.07.2004 г. № 98-ФЗ «О коммерческой тайне»;
2. Федерального закона Российской Федерации от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных»;
3. Положения об обеспечении безопасности Российской Федерации при использовании информационно-телекоммуникационных сетей международного информационного обмена»;
4. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»;
5. ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
6. ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории,

условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды»;

7. ГОСТ 21958-76 «Система "Человек-машина"»;

8. ГОСТ 34.201-89 «Виды, комплектность, обозначения документов при создании ИС»;

9. ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания»;

10. ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы»;

11. ГОСТ Р 50739-95 «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Общие технические требования»;

12. ГОСТ Р 51583 «Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении»;

13. РД 50-34.698-90 «Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов».